

**ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN PARA LAS PRIMAS EMITIDAS Y
SINIESTROS LIQUIDADOS DEL RAMO DE AUTOMOVILES DE UNA
COMPAÑÍA DE SEGUROS EN COLOMBIA PERIODO 2009 - 2017**

JENNY MARCELA LEDESMA GRANADOS

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
ESPECIALIZACIÓN EN ESTADÍSTICA APLICADA
BOGOTÀ
2017**

**ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN PARA LAS PRIMAS EMITIDAS Y
SINIESTROS LIQUIDADOS DEL RAMO DE AUTOMOVILES DE UNA
COMPAÑÍA DE SEGUROS EN COLOMBIA PERIODO 2009 - 2017**

JENNY MARCELA LEDESMA GRANADOS

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar el título de:
Especialista en Estadística Aplicada**

Director:

MSC. SEBASTIÉN LOZANO

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS
ESPECIALIZACIÓN EN ESTADÍSTICA APLICADA
BOGOTÀ
2017**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del Jurado

Bogotá, D.C., Enero de 2018

Las directivas de la Fundación Universitaria Los Libertadores, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

LISTA DE TABLAS.....	7
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	8
1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	10
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	11
1.4 OBJETIVO GENERAL.....	11
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
2. MARCO DE REFERENCIA	13
3. MARCO TEÓRICO	15
3.1 Los seguros en el mundo	15
3.2 Los seguros en Colombia.....	16
3.3 Seguro de Automóviles.....	17
3.3.1 Primas Emitidas	18
3.3.2 siniestros.....	19
3.4 Series de Tiempo.....	19
3.4.1 Componentes de Series de Tiempo	19
3.4.2 Aplicaciones de Series de Tiempo.	21
3.5 Cointegración	22
3.5.1 Metodología de Engle – Granger.....	22
4. MARCO METODOLÓGICO	24
5. ANÁLISIS Y RESULTADOS	26
5.1 Descripción de las series.....	26
5.2 Método de Engle y Granger	28
5.2.1 Etapa 1	28
5.2.2 Ecuación de largo plazo	29
5.2.3 Etapa 2. Determinación de Cointegración.....	32
5.2.3.1 Mecanismo de Corrección de Errores (MCE).....	32
5.2.3.2 Evaluación de los residuales de corto plazo.....	33

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
7. LISTA DE REFERENCIAS	38

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Prueba Dickey Fuller para la serie Primas Emitidas. Elaborado con resultados Software R

TABLA 2. Prueba Dickey Fuller para la serie Siniestros Liquidados. Elaborado con resultados Software R

TABLA 3. Modelo Lineal Ecuación de largo plazo. Elaborado con resultados Software R

TABLA 4. Residuales de la Regresión. Elaborado con resultados Software R

TABLA 5. Modelo Lineal Ecuación de corto plazo. Elaborado con resultados Software R

LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. Áreas de aplicación de series de tiempo elaborado con información de documento Series de tiempo (Ríos, 2008)

ILUSTRACIÓN 2. Serie de Tiempo Primas Emitidas. Eje Y representa el valor en miles de millones de pesos y el eje X el tiempo mensual

ILUSTRACIÓN 3. Serie de Tiempo Siniestros Liquidados. Eje Y representa el valor en miles de millones de pesos y el eje X el tiempo mensual

ILUSTRACIÓN 4. Análisis de residuales ACF y PACF

ILUSTRACIÓN 5. Contraste de la serie Primas Emitidas y la serie ajustada.

ILUSTRACIÓN 6. Análisis de residuales ACF y PACF con la metodología Arimax

ILUSTRACIÓN 7. Grafica de distribución de los residuales modelo con la metodología Arimax

1. INTRODUCCIÓN

El hombre desde siempre ha tenido que enfrentarse a situaciones que lo han puesto en peligro como accidentes, enfermedades entre otros; por otro lado ha observado que su patrimonio también se puede ver afectado por incendio, robo, inundaciones y demás eventos; por estas circunstancias el ser humano se ha visto en la obligación de protegerse ante los constantes riesgos a los que se ve enfrentado y al mismo tiempo trata de evitarlos de alguna manera.

Como vemos, los riesgos han existido desde los orígenes del hombre es por esto que busca quien le dé un respaldo para amortiguar sus pérdidas o quien se las proteja; por cada una de estas razones el sector asegurador crea opciones para cada necesidad, una de ellas es el ramo de automóviles siendo uno de los más importantes en el mercado asegurador por tener la mayor parte en la producción de primas y siniestros.

Sin embargo la rentabilidad del ramo de automóviles dentro de una compañía de seguros se ve afectada no solo por la emisión de las pólizas que generan las primas sino el costo medio de los siniestros por la reparación o reposición de los vehículos, pues en ocasiones, los gastos en que incurre la compañía para la reparación del auto superan el valor del bien asegurado.

El presente documento tiene como propósito analizar a corto plazo la relación entre las primas emitidas y los siniestros del ramo de automóviles de una compañía de seguros colombiana; para observar este fenómeno se utiliza los datos presentados por la Superintendencia Financiera¹ de Colombia en la sección información estadística y financiera por ramos formato 290 el periodo comprendido entre 2009 – 2017.

¹ La Superintendencia Financiera de Colombia (SFC) es la entidad gubernamental encargada de supervisar los sistemas financiero y bursátil encargada de propender por la solvencia, disciplina y supervisión del sistema financiero de Colombia.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Un informe dado por Fasecolda² para el año 2013, señala que el ramo de automóviles es el que más produce primas para la aseguradora, pero los siniestros en vehículos han aumentado notablemente, esto llega a afectar negativamente la rentabilidad de una compañía de seguros ya que en ocasiones la emisión de primas no es suficiente para los costos que ha generado los siniestros que se están pagando. Por otro lado, se debe tener en cuenta que las primas cobradas no son solo destinadas a pagar un siniestro sino que además estas deben ser suficientes para cubrir otro tipo de gastos y comisiones.

El reporte entregado por Fasecolda para el año 2016 indica que más de la mitad de los siniestros que pago el sector asegurador se originaron en el ramo de automóviles y según Fitch Ratings³ las primas suscritas incrementaron en un 12.3% con referencia al año 2016 debido al crecimiento del parque automotor mientras que el costo medio de los siniestros ha tenido un incremento del 30%, por efecto de la devaluación en el valor de los repuestos importados y el costo de la mano de obra.

Desde el año 2002 Fasecolda inicio un proyecto donde cuenta las cifras mensuales sobre las primas emitidas y los siniestros incurridos demostrando que el comportamiento de ambas está fuertemente relacionado.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la relación que se espera para una compañía de seguros colombiana en cuanto a la relación de primas emitidas y siniestros liquidados en el ramo de automóviles?

² Fasecolda (Federación de Aseguradores Colombianos) representa la actividad del asegurador frente a las entidades de vigilancia y control así como a la sociedad en general.

³ Fitch Ratings es una agencia calificadora de riesgo global comprometida en proveer valor más allá de sus calificaciones mediante opiniones de crédito independientes, investigación y datos

1.3 JUSTIFICACIÓN

El seguro de automóvil tiene un fin claro: proteger el vehículo contra riesgos como choques, robos y demás eventualidades; el cliente adquiere su póliza de seguro⁴ con el propósito de salvaguardar su bien automotor.

Debido a las competencias del mercado asegurador las compañías se han visto en la necesidad de innovar y ofrecer portafolios competitivos ya que en materia de seguros voluntarios, lo que más aseguran los colombianos es su vehículo y para la aseguradora el ramo de automóviles es el que más dinero está dejando, sin embargo deben tener en cuenta varios aspectos al momento de asegurar un vehículo para evitar que el siniestro sea más costoso que la prima recaudada.

La rentabilidad de las compañías se va a ver afectada no sólo por la menor emisión de primas sino porque se espera una mayor competencia. Ante una menor venta de automóviles se va a querer conservar el parque asegurado. Esto se suma a que el costo medio de los siniestros de reparación de los autos aumentó por la devaluación del peso colombiano y la inflación. (Revista Dinero 26 de enero de 2016).

1.4 OBJETIVO GENERAL

Analizar la relación a largo plazo que tienen los siniestros liquidados sobre las primas emitidas en el ramo de automóviles de una compañía aseguradora colombiana durante el periodo 2009 – 2017.

⁴ La Póliza de seguro es un contrato entre un asegurado y una compañía de seguros, que establece los derechos y obligaciones de ambos, en relación al seguro contratado.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar y analizar el comportamiento de los siniestros liquidados y las primas emitidas del ramo de automóviles tomados de la base de datos de la Superintendencia Financiera.
- Determinar un modelo de cointegración que permita explicar la relación entre las primas emitidas y siniestros liquidados en el ramo de automóviles.
- Encontrar un modelo que explique la la relación entre las primas emitidas y siniestros liquidados en el ramo de automóviles.

2. MARCO DE REFERENCIA

El ramo de automóviles ha sido comercializado por varias compañías a lo largo de su historia. En 1975, había 36 compañías que ofrecían pólizas de automóviles, cifra que se ha venido reduciendo hasta ubicarse en 16 compañías de seguros en la actualidad. El mercado de seguros de automóviles sigue teniendo una baja concentración según el índice de Herfindahl⁵ y por lo tanto resulta ser un ramo donde se presenta alta competencia entre las compañías que lo ofrecen, teniendo esta situación beneficios sobre los consumidores.

El ramo de automóviles en los últimos diez años ha mostrado buen comportamiento para la industria aseguradora: las primas emitidas de automóviles crecieron en promedio en términos reales 6% entre el año 2000 y el año 2010 y en términos nominales crecieron en promedio 25% en el mismo período. Sin embargo en ese intervalo hubo acontecimientos que afectaron de manera negativa este ramo, tales como las secuelas que dejó la crisis financiera iniciada en 1998 (crisis del UPAC) y el clima de violencia e inseguridad que vivía el país en esa época. (Rodríguez, 2013)

La prima media⁶ de mercado entre el año 2003 y el año 2010 ha disminuido en promedio en un 5,1%, mientras que el número de vehículos asegurados se ha incrementado en promedio en 10%, lo que explica que el comportamiento de las primas emitidas durante este período es producto del mayor número de vehículos asegurados y no por incrementos en la prima promedio.

De acuerdo a los informes por Fasecolda el primer periodo estuvo marcado por el hurto de vehículos. Según cifras proporcionadas por las aseguradoras, la frecuencia

⁵ El Índice Herfindahl-Hirschman (HHI) es una medición empleada en el estudio económico que se centra en los niveles de concentración existentes en los mercados. Es decir, el número de empresas que operan en los mismos y su capacidad de poder o de control en ellos.

⁶ Prima media es la que se mantiene constante durante toda la vigencia del seguro.

de hurto en Colombia podría estar en el 1,5%. Es decir de cada 100 expuestos en un año se hurtaban 1,5 vehículos.

Desde el año 2003 hasta el año 2010, los análisis preliminares permiten deducir que el aumento en la siniestralidad se debe principalmente a la disminución de la prima promedio de mercado y el aumento en los vehículos asegurados, porque tanto la frecuencia⁷ y la severidad⁸ de las diferentes coberturas del ramo están disminuyendo. (Rodríguez, 2013)

⁷ La frecuencia mide el número de accidentes ocurridos en un período de tiempo.

⁸ La severidad de los siniestros depende del costo de los repuestos, el costo de la mano de obra y el valor comercial de los vehículos.

3. MARCO TEÓRICO

A continuación se describe como ha sido la evolución de los seguros en el mundo y principalmente en Colombia; se explica que son las primas emitidas y como los siniestros pueden afectar la economía de una empresa aseguradora esto con el propósito de involucrar a los lectores sobre el tema.

3.1 Los seguros en el mundo

El seguro como actividad, empezó a evolucionar con los sistemas de ayuda mutua en los que se comparten los beneficios como los riesgos con el fin de salvaguardar no solo las mercancías sino la vida misma.

- China: Se crea el primer mecanismo en el que un grupo de mercaderes asociados distribuían el riesgo por igual cuando enviaban sus mercancías por vía marítima. este mecanismo consistía en distribuir las mercancías en varias embarcaciones, con el fin de evitar pérdidas cuantiosas ya que si había un naufragio no solo afectaba al propietario sino también a todos los individuos que se habían asociado.
- Babilonia: rey de babilonia estableció el “código de Hamurabi” mediante el cual un comerciante recibe un préstamo para pagar la garantía en caso de pérdida en el mar o en las caravanas del desierto.
- Grecia: Se establece la denominada “ley de rodas” para el comercio marítimo la cual, en caso de tener que echar por la borda la mercancía marítima por salvar el barco, dicha perdida se repartía entre los propietarios de las mercancías que se transportaban en el barco.
- Roma: existían asociaciones militares en las que sus miembros contribuían con cuotas para crear un fondo, que se utilizaba para pagar los gastos funerarios de sus miembros así como indemnizaciones en caso de invalidez.

- En la edad media se crean otro tipo de ayudas mutuas como las Guildas⁹ que fueron las verdaderas precursoras de las compañías de seguros; las guildas eran asociaciones o hermandades para ayudas mutuas especialmente para los casos de muerte aunque también lo hacían en casos de accidentes o enfermedades.

Ya a finales del siglo XVII en Inglaterra aparecen las primeras empresas de seguros las cuales ya utilizaban unas bases más técnicas. Los seguros modernos se inventaron a partir del gran incendio de Londres que devastó 13000 casas. (Bravo, 2011)

3.2 Los seguros en Colombia

El seguro en Colombia aparece en el año 1857 cuando se estableció en Bogotá la compañía de seguros "El Porvenir de las Familias" filial de la aseguradora chilena con el mismo nombre. Durante los primeros años los seguros operaron a través de sucursales y agencias de compañías extranjeras. En 1874 la primera compañía que se constituyó como sociedad colombiana fue la "Compañía Colombiana de Seguros S.A" con un capital nacional de un millón de pesos. Ésta inició operaciones, principalmente, con seguros de transporte de mercancías por el Río Magdalena. (Rodríguez, 2009)

No obstante, y a pesar de la presencia extranjera en el negocio de los seguros en el país, a principios del siglo XVIII la economía presentaba dificultades debido a las comunicaciones y el comercio interno y externo. La exportación de metales, el comercio limitado y la importación de bienes de consumo repercutían en la demanda mínima de servicios de seguros. Por esta razón, los seguros no jugaron un papel importante sino hasta finales del siglo XIX e inicios del XX, pues la economía

⁹ Las guildas se conocen como asociaciones de defensa mutua o religiosa, nacidas como defensa a la opresión del feudalismo, en las cuales cada uno de los miembros se siente pertenecido a una comunidad total, asistiéndose mutuamente en caso de enfermedad o incendio.

colombiana empezó a recuperarse de los inconvenientes por los que había pasado anteriormente, y se dio paso a un mayor crecimiento y desarrollo debido al auge de cultivos de café y el progreso en el comercio. (Bravo, 2011)

En 1937 se fundó la Compañía Andina de Seguros. En 1938 se creó la gran Compañía de Seguros Bolívar, pionera en el negocio de capitalización y ahorros. En 1944 apareció Suramericana y Granadina de Seguros, compañía que ofrecería seguros de vida y generales. El año 1950 en el cual se constituye la Asociación Colombiana de Seguros (Fasecolda), con el objeto de propender por la tecnificación, unidad y defensa de la actividad aseguradora.

Hacia 1943, según la Superintendencia Financiera, la Compañía Colombiana de Seguros de Vida tenía el 80% del total de pólizas de vida en todo el país. En los años cincuenta se fundan ocho nuevas aseguradoras, y en los setenta, seis más. En 1954 se crearía la Reaseguradora¹⁰ de Colombia, de propiedad de las compañías de seguros nacionales, con el fin de obtener una mayor retención de las primas que eran cedidas en reaseguros al exterior.

La situación actual de compañías en el ramo de los seguros en el país se refleja en el desarrollo y crecimiento de la actividad, gracias a que su presencia ha aumentado significativamente, contando ahora con más de 38 compañías en dicho ramo. (Bravo, 2011)

3.3 Seguro de Automóviles

Un seguro de automóviles es un contrato voluntario mediante el cual el propietario de un vehículo traslada a una compañía de seguros los riesgos asociados a la

¹⁰ Reaseguro: es una operación independiente de la voluntad del asegurado directo y sin su intervención. Se puede efectuar directamente entre las partes (el reasegurado y reasegurador), o por medio de un corredor de reaseguros. En el contrato se acuerda la aceptación y cesión de una parte o la totalidad de uno o más riesgos y el reparto de las responsabilidades derivadas de estos.

conducción de un automotor, como los daños por accidentes de tránsito, el hurto del carro, los daños ocasionados a bienes de terceros y la muerte o lesiones ocasionados a terceros como consecuencia de un accidente de tránsito en donde el asegurado resulte responsable. (Vanegas, 2011)

Dado que el vehículo se convirtió en un bien indispensable para la sociedad, de igual manera el seguro de automóviles ha resultado ser un instrumento de gran utilidad para los propietarios. En economías como la colombiana, las transformaciones de este seguro estarán principalmente influenciadas por las decisiones de carácter normativo que tome el regulador y adicionalmente por los cambios de oferta y demanda en el mercado de automóviles.

3.3.1 Primas Emitidas

Son los valores cobrados por la compañía sobre riesgos asumidos, en un período determinado. Dichos valores corresponden a la sumatoria de primas que recibe la compañía por cualquier tipo de contrato de seguro. Las primas emitidas constituyen el principal ingreso operacional de la actividad aseguradora y representan uno de los principales indicadores financieros de las compañías de seguros.

Las primas emitidas representan el valor de venta derivado de la interacción entre la oferta y demanda de seguros. Una forma de analizar el comportamiento de las primas emitidas es calculando este valor a través de la prima promedio (precio) y el número de vehículos asegurados (cantidad) como se observa en la siguiente ecuación:

$$P_e = \bar{P} * Q$$

Dónde:

P_e : Primas emitidas anualizadas¹¹.

\bar{P} : Prima Promedio.

Q : Número de vehículos asegurados.

3.3.2 siniestros

Un siniestro es la ocurrencia de un evento adverso relacionado con el riesgo asumido por la compañía, que genera el pago de una indemnización al asegurado. Es un acontecimiento que origina daños concretos que se encuentran garantizados en la póliza hasta determinada cuantía, obligando a la aseguradora a restituir, total o parcialmente al asegurado ¹²o a sus beneficiarios¹³, el capital garantizado en el contrato del seguro.

3.4 Series de Tiempo

Se llama Series de Tiempo a un conjunto de observaciones sobre valores que toma una variable (cuantitativa) en diferentes momentos del tiempo. Los datos se pueden comportar de diferentes formas a través del tiempo, puede que se presente una tendencia, un ciclo; no tener una forma definida o aleatoria, variaciones estacionales (anual, semestral, etc.). Las observaciones de una serie de tiempo serán denotadas por: Y_1, Y_2, \dots, Y_t (Ríos, 2008)

3.4.1 Componentes de Series de Tiempo

En una serie existen cuatro tipos básicos de variación, los cuales sobrepuestos o actuando en concierto, contribuyen a los cambios observados en un período de

¹¹ Primas emitidas anualizadas. Anualizar las primas permite establecer un proxy del comportamiento del ramo en función del precio y la cantidad.

¹² Asegurado es la persona que mediante el pago de la prima tiene derecho al pago de indemnizaciones.

¹³ Beneficiario es la persona física o moral designada por el asegurado para recibir los beneficios derivados de la póliza de seguros en caso de que se presente la pérdida dañado.

tiempo y dan a la serie su aspecto errático. Estas cuatro componentes son: (Ríos, 2008).

- **Tendencia secular:** La tendencia secular o tendencia a largo plazo de una serie es por lo común el resultado de factores a largo plazo. En términos intuitivos, la tendencia de una serie de tiempo caracteriza el patrón gradual y consistente de las variaciones de la propia serie, que se consideran consecuencias de fuerzas persistentes que afectan el crecimiento o la reducción de la misma, tales como: cambios en la población, en las características demográficas de la misma, cambios en los ingresos, en la salud, en el nivel de educación y tecnología.
- **Variación estacional:** El componente de la serie de tiempo que representa la variabilidad en los datos debida a influencias de las estaciones, se llama componente estacional. Esta variación corresponde a los movimientos de la serie que recurren año tras año en los mismos meses (o en los mismos trimestres) del año poco más o menos con la misma intensidad.
- **Variación cíclica:** Con frecuencia las series de tiempo presentan secuencias alternas de puntos abajo y arriba de la línea de tendencia que duran más de un año, esta variación se mantiene después de que se han eliminado las variaciones o tendencias estacional e irregular. Un ejemplo de este tipo de variación son los ciclos comerciales cuyos períodos recurrentes dependen de la prosperidad, recesión, depresión y recuperación, las cuales no dependen de factores como el clima o las costumbres sociales.
- **Variación Irregular:** Esta se debe a factores a corto plazo, imprevisibles y no recurrentes que afectan a la serie de tiempo. Como este componente explica la variabilidad aleatoria de la serie, es impredecible, es decir, no se puede esperar predecir su impacto sobre la serie de tiempo. Existen dos tipos de variación irregular: Las variaciones que son provocadas por acontecimientos especiales, fácilmente identificables, como las elecciones, inundaciones, huelgas, terremotos y las Variaciones aleatorias o por casualidad, cuyas

causas no se pueden señalar en forma exacta, pero que tienden a equilibrarse a la larga.

3.4.2 Aplicaciones de Series de Tiempo.

Hoy en día diversas organizaciones requieren conocer el comportamiento futuro de ciertos fenómenos con el fin de planificar o prevenir, es decir, se utilizan para predecir lo que ocurrirá con una variable en el futuro a partir del comportamiento de esa variable en el pasado. (Ríos, 2008).

Algunas de las áreas de aplicación de Series de Tiempo son:

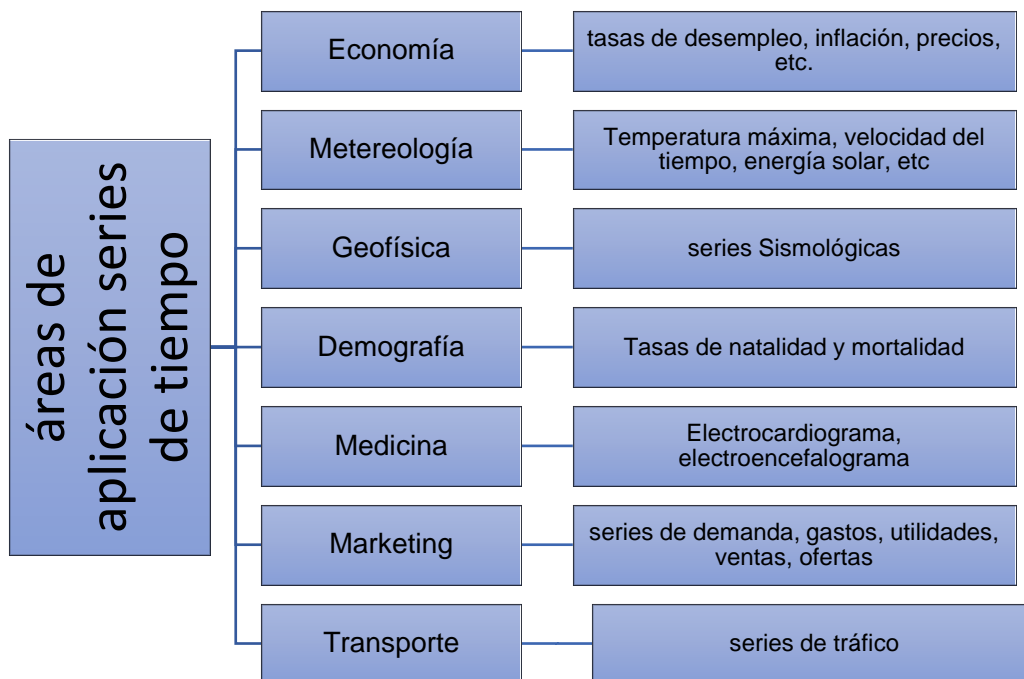


ILUSTRACIÓN 1. Áreas de aplicación de series de tiempo elaborado con información de documento Series de tiempo (Ríos, 2008)

3.5 Cointegración

Cuando dos o más series presentan una relación a largo plazo, es decir se mueven conjuntamente a través del tiempo y sus diferencias son estacionarias, se dice que las series están cointegradas. (Gujarati, 2009).

La cointegración se puede definir si:

- Ambas series son integradas de orden $I(1)$, es decir, se vuelven estacionarias al diferenciarlas por primera vez.
- Hay alguna combinación lineal de x_t y y_t de orden $I(0)$ que sea estacionaria.

3.5.1 Metodología de Engle – Granger

La prueba propuesta por Engle y Granger para probar la presencia de cointegración envuelve los siguientes pasos:

Paso1.Determinar el orden de integración de las variables: por definición, la cointegración requiere que las variables estén integradas del mismo orden. Por lo tanto, el primer paso consiste en probar cada variable para determinar su orden de integración. La prueba de Dickey-Fuller y la prueba aumentada de Dickey-Fuller se pueden aplicar para inferir el número de raíces unitarias en cada una de las variables.

Paso 2. Realizar la prueba de Cointegración: si los resultados del paso 1 muestran que las variables x_t y y_t están integradas con el mismo orden digamos el orden $I(0)$, el siguiente paso consiste en estimar la siguiente relación de equilibrio a largo plazo:

$$Y_t = \delta_0 + \delta_1 X_1 + u_t$$

Paso 3. Estimar el modelo de corrección de Errores: si las variables están cointegradas, se pueden utilizar los residuos de regresión de equilibrio para estimar el modelo de corrección de errores y analizar los efectos a largo y corto plazo de las variables, así como también estimar el coeficiente de ajuste. Al final se debe chequear para ver si el modelo realiza pruebas adecuadas de diagnóstico. (Dimitrius, 2002)

4. MARCO METODOLÓGICO

En este apartado se describe la metodología utilizada para analizar la relación entre las variables siniestros liquidados y primas emitidas del ramo de automóviles.

Los datos se obtuvieron de la página web de la Superintendencia Financiera de Colombia (www.superfinanciera.gov.co) sección informes y cifras, información estadística y financiera por ramos de seguros Formato 290.

La información se presenta de forma mensual, acumulada, expresadas en miles de millones de pesos; los datos que se toman para el estudio están comprendidos entre el periodo Enero 2009 – Mayo 2017; Estas variables fueron escogidas por ser parte importante de una aseguradora en cuanto a su p y g y estabilidad económica, además pueden llegar a explicar cómo es la relación entre ellas y el impacto que tienen dentro de la compañía. Los datos fueron procesados en el software R¹⁴ en la versión 3.4.1

La serie analizada primas emitidas son valores cobrados por la compañía sobre riesgos asumidos, en un periodo determinado, dichos valores corresponden a la sumatoria de primas que recibe la compañía por cualquier tipo de contrato de seguro. La variable exógena siniestros liquidados es un evento relacionado con el riesgo asegurado que debe ser asumido por la compañía generando un pago de una indemnización que deberá ser descontado de las primas.

Con el fin de estimar si existe algún grado de cointegración entre las variables primas y siniestros y estudiar la relación que hay entre estas a largo y corto plazo se utiliza la metodología análisis de cointegración de Engle-Granger. De acuerdo con esta

¹⁴ R es un software para el análisis estadístico de datos considerado como uno de los más interesantes; ofrece una variedad de métodos estadísticos y gráficas. Es muy utilizado en el campo de la minería, la investigación biomédica y las matemáticas financieras.

metodología, para establecer si las series están cointegradas y presentan equilibrio a largo plazo se realizan los siguientes pasos:

Determinar el orden de integración de las variables: A las series se les realiza un análisis descriptivo y se hace la gráfica de cada una con el fin de identificar la tendencia o estacionalidad, así mismo poder observar el comportamiento de cada una. Para evaluar la existencia de raíces unitarias en las series estudiadas se aplica una de las metodologías más comunes que es la prueba de raíz unitaria Test de Dickey-Fuller aumentada (ADF), la cual evalúa si el coeficiente autorregresivo de orden 1 para las series es igual o menor a uno. En caso que la variable sea estacionaria se deberá trabajar la serie de tiempo diferenciada.

Etapa 1: Una vez que se demostró que las series son integradas de orden $I(1)$, se procede a encontrar la ecuación de largo plazo, pero antes se determina si existe cointegración entre las variables primas emitidas y siniestros liquidados; para demostrar que las series tiene raíz unitaria y determinar su orden de cointegración se utiliza la prueba de Dickey Fuller. El test considera la siguiente Hipótesis

H_0 : Existe raíz unitaria

H_1 : No existe raíz unitaria

Al obtener el modelo se entra a validar si los residuales de la ecuación para verificar si existe estacionariedad. Al concluir que existe una cointegración entre las variables de estudio se puede construir la ecuación de corrección de error.

Etapa 2: Una vez validados los residuales de la ecuación de largo plazo y se prueba que las variables están cointegradas se propone encontrar las ecuaciones de corto plazo, para obtener los estimadores y validar si la relación de largo plazo es significativa en el corto plazo.

5. ANÁLISIS Y RESULTADOS

5.1 Descripción de las series

- Primas Emitidas

Son los valores cobrados por la compañía de seguros sobre riesgos asumidos, en un periodo determinado.

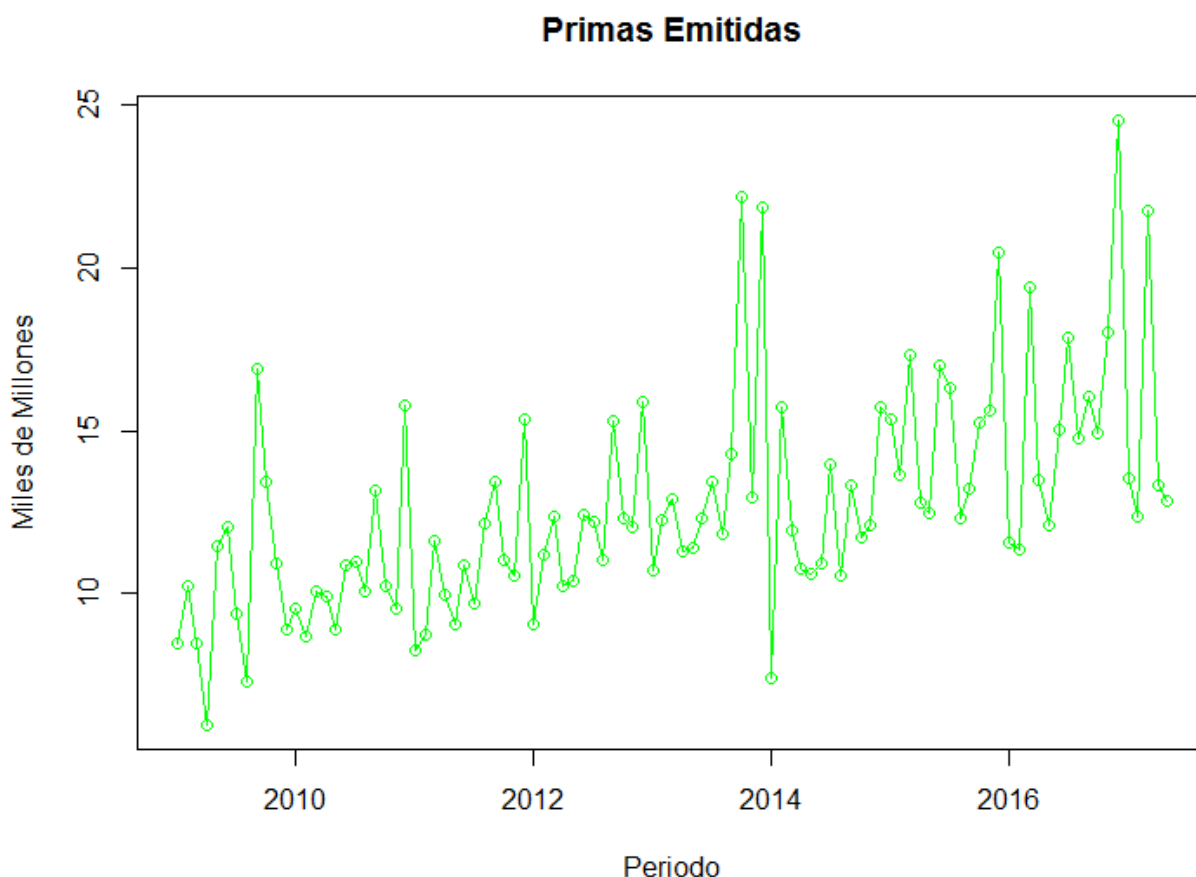


ILUSTRACIÓN 2. Serie de Tiempo Primas Emitidas. Eje Y representa el valor en miles de millones de pesos y el eje X el tiempo mensual

La serie corresponde a las primas emitidas por la emisión de pólizas colectivas e individuales del ramo de automóviles. Es una serie mensual de tipo numérica, comprendida entre el periodo Enero de 2009 a Mayo de 2017 con un total de 101 observaciones; valor mínimo de 5.9 y valor máximo de 25.5.

El punto más alto de la serie se observa en el mes de septiembre del año 2013 y el punto más bajo se ve en el mes de agosto del año 2013. La serie presenta variación cíclica, no se evidencia estacionalidad y tiene volatilidad.

- Sinistros liquidados

Son los valores que la compañía de seguros ha pagado al beneficiario por concepto de indemnizaciones.

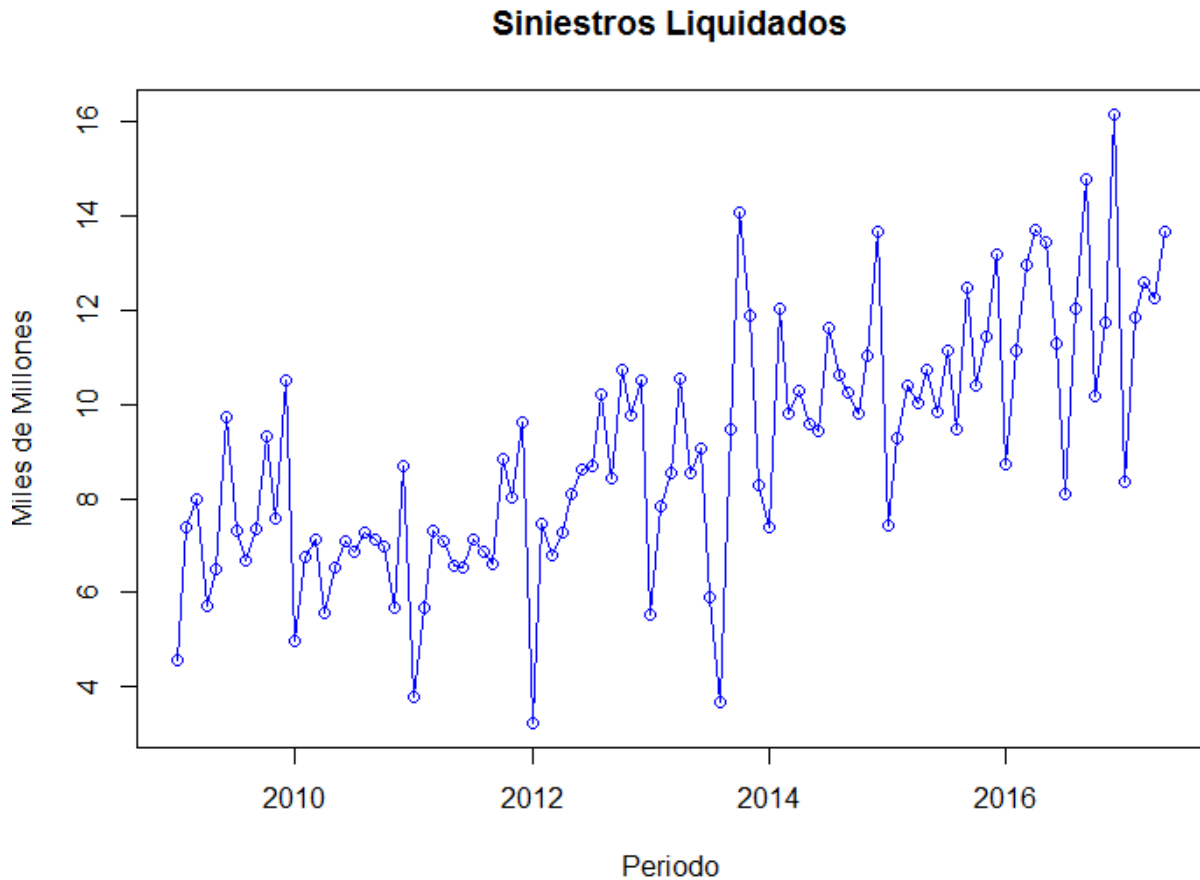


ILUSTRACIÓN 3. Serie de Tiempo Sinistros Liquidados. Eje Y representa el valor en miles de millones de pesos y el eje X el tiempo mensual

La serie corresponde a los siniestros liquidados por el pago de indemnizaciones de las pólizas colectivas e individuales del ramo de automóviles. Es una serie mensual de tipo numérica, comprendida entre el periodo Enero de 2009 a Mayo de 2017 con un total de 101 observaciones; valor mínimo de 3.23 y valor máximo de 16.1.

El punto más alto de la serie se observa en el mes de octubre del año 2013 y el punto más bajo se ve en el mes de enero del año 2014. La serie presenta variación cíclica, se evidencia estacionalidad principalmente en los meses de enero y diciembre, tiene volatilidad.

5.2 Método de Engle y Granger

Para determinar la cointegración entre la variable respuesta Primas Emitidas y la variable explicativa Siniestros liquidados se utilizó el método de cointegración propuesto por Engle y Granger el cual se describe a continuación:

5.2.1 Etapa 1

Determinar el orden de Integración de cada una de las series.

Se procede determinar si existe cointegración entre las variables primas emitidas y siniestros liquidados; para demostrar que las series tiene raíz unitaria y determinar su orden de cointegración se utiliza la prueba de Dickey Fuller. El test considera la siguiente Hipótesis

H_0 : Existe raíz unitaria

H_1 : No existe raíz unitaria

Prueba DFA para la serie Primas Emitidas

Nivel de significancia	1%	5%	10%
Tau	-2.6	-1.95	-1.61
Estadístico		-12.19	
P-valor		2.2e-16	

TABLA 1. Prueba Dickey Fuller para la serie Primas Emitidas. Elaborado con resultados Software R

Prueba DFA para la serie Siniestros Liquidados

Nivel de significancia	1%	5%	10%
Tau	-4.04	-3.45	-3.15
Estadístico		-12.31	
P-valor		2.2e-16	

TABLA 2. Prueba Dickey Fuller para la serie Siniestros Liquidados. Elaborado con resultados Software R

Se puede observar que para las primas emitidas dio como resultado un estadístico igual a -12.19 con un nivel de significancia del 5% un valor igual a -1.95, hay evidencia estadísticamente significativa para rechazar H_0 , por lo tanto la serie no tiene raíz unitaria lo cual es estacionaria.

Para los siniestros liquidados se tiene como resultado un estadístico igual a -12.31 con un nivel de significancia del 5% un valor igual a -3,45 hay evidencia estadísticamente significativa para rechazar H_0 , por lo tanto la serie no tiene raíz unitaria lo cual es estacionaria.

Como conclusión a lo anterior las variables de estudio primas y siniestros son integradas de orden 1 $I(1)$

5.2.2 Ecuación de largo plazo

Se establece la relación a largo plazo entre las variables Primas y Siniestros; los resultados de la regresión lineal se puede observar en la siguiente tabla:

	Estimado	Error estándar	T valor	P valor
Intercepto	5.863	0.941	6.227	1.16e-08 ***
Siniestros	0.753	0.099	7.572	1.96e-11 ***
R-squared: 0.4667				

TABLA 3. Modelo Lineal Ecuación de largo plazo. Elaborado con resultados Software R

De esta manera se obtiene la siguiente relación:

$$\text{Primas emitidas} = 5.863 + 0.753 \text{ siniestros} + \hat{u}_t$$

La tabla muestra que el intercepto y la variable siniestros son altamente significativas; el R^2 muestra un ajuste del 46%; el modelo a largo plazo establece la relación directa entre las variables ya que si las primas aumentan 5 puntos cada año se debe por la cantidad de vehículos que se tengan asegurados al igual que el incremento de la prima promedio, sin embargo, los siniestros suben en un 75 % y la severidad de estos depende no solo del valor comercial del vehículo sino del costo de los repuestos y la mano de obra. Desde el punto de vista económico es claro que las primas es el componente sobre el cual las compañías de seguros influyen en el mercado y lo que se recauda sea suficiente para pagar los siniestros esperados así como los demás gastos operacionales¹⁵.

Después de obtener el modelo se procede analizar los residuos ε_t :

¹⁵ Gastos operacionales: son los costos que una compañía incurre como parte de sus actividades, ejemplo gastos de administración, personal, remuneración a intermediarios por comisiones, salarios, etc.

Prueba DFA residuales de la regresión

Nivel de significancia	1%	5%	10%
Tau	-2.58	-1.95	-1.62
Estadístico	-7.331		
P-valor	2.2e-16		

TABLA 4. Residuales de la Regresión. Elaborado con resultados Software R

Los resultados muestran que los residuales de la ecuación a largo plazo son estacionarios; de esta manera se puede confirmar la cointegración entre la variable primas emitidas y siniestros liquidados demostrando que existe una relación a largo plazo entre ambas.

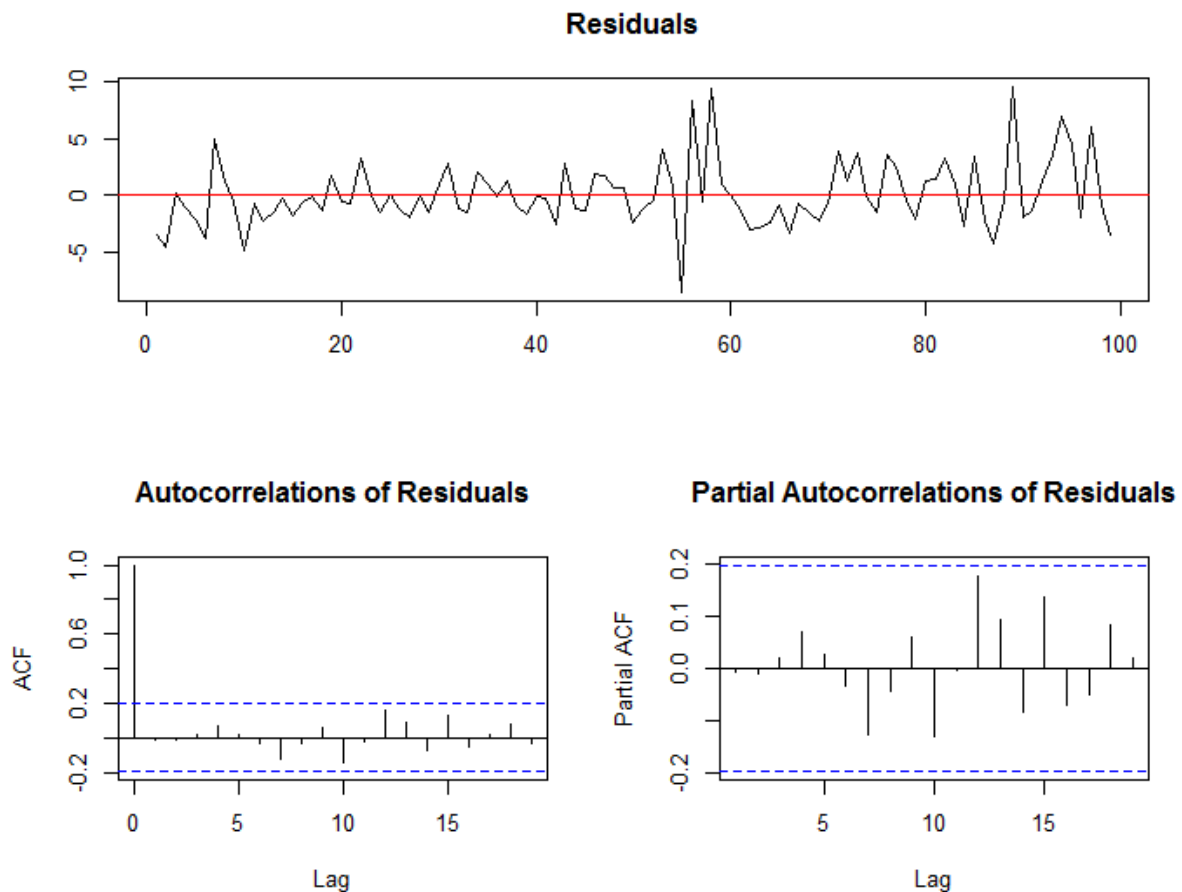


ILUSTRACIÓN 4. Análisis de residuales ACF y PACF

5.2.3 Etapa 2. Determinación de Cointegración

5.2.3.1 Mecanismo de Corrección de Errores (MCE)

Este mecanismo tiene por finalidad ligar el comportamiento a corto plazo de las variables Primas Emitidas y siniestros liquidados con el comportamiento a largo plazo de las mismas:

$$primas = primas_{-\alpha} + \beta_1 siniestros_{-\alpha} + \hat{u}_t$$

Los resultados de la regresión lineal se puede observar en la siguiente tabla:

	Estimado	Error estándar	T valor	P valor
Intercepto	0.03997	0.29341	0.136	0.892
Primas	-0.02089	0.08103	-0.258	0.797
Siniestros	0.55610	0.09434	5.894	5.71e-08 ***
Error. ecm	-1.12601	0.12415	-9.070	1.61e-14 ***
R-squared: 0.6632				

TABLA 5. Modelo Lineal Ecuación de corto plazo. Elaborado con resultados Software R

De esta manera se obtiene la siguiente ecuación:

$$\Delta^{12} primas_t = 0.039 - 0.020 \cdot \Delta^{12}(primas_{t-1}) + 0.556 \Delta^{12}(siniestros_{t-1}) - 1.126 \cdot error.ecm + \varepsilon_t$$

Los resultados muestran que las variables siniestros y error.ecm son altamente significativas para explicar la variable primas en el corto plazo. El coeficiente de determinación R^2 muestra un ajuste del 66%. Se puede observar que las primas emitidas disminuyen en un 2% mientras que los siniestros liquidados aumentan en un 56%. Un análisis realizado por Fasecolda mostraba que si la tasa de cambio llega a

\$3.500 por dólar los siniestros estarían aumentando en un 17% y en este caso las compañías de seguros tendrían que transferir este costo a los clientes incrementando el recaudo de las primas para poder cubrir con la demanda de siniestros.

En la gráfica siguiente se muestra el contraste entre la variable primas emitidas y el modelo de corto plazo estimado, se evidencia que el modelo no está recogiendo algunos picos de la serie, siendo más notorio en el año 2011 y 2015; se requiere incluir más rezagos para que el ajuste mejore.

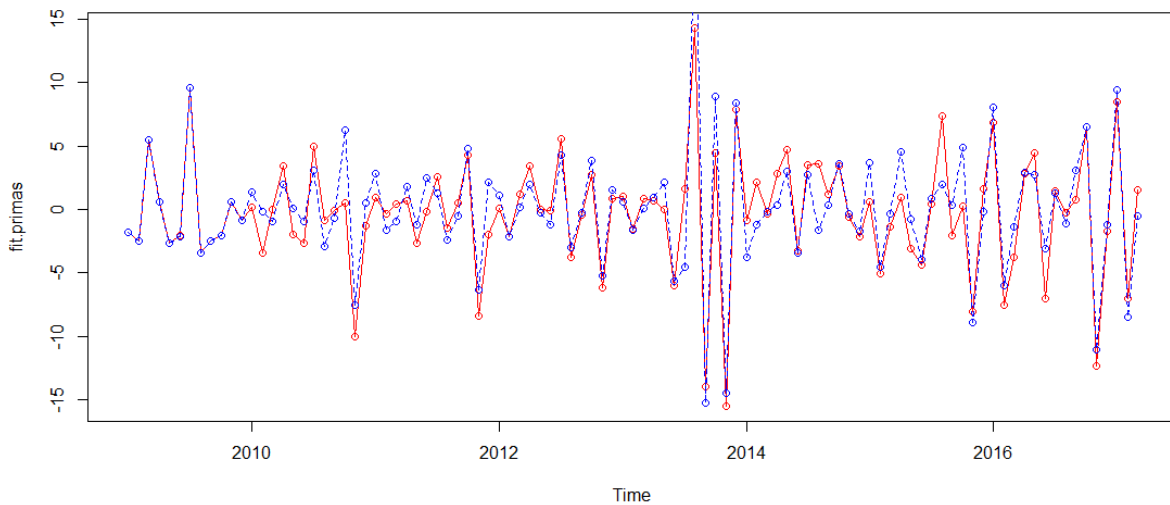


ILUSTRACIÓN 5. Contraste de la serie Primas Emitidas y la serie ajustada.

5.2.3.2 Evaluación de los residuales de corto plazo

- **Test de autocorrelación**

Se verifica que los residuales del modelo no estén correlacionados. Para esto se utiliza el test de Ljung-Box que evalúa la siguiente hipótesis:

H_0 : No existe correlación entre los residuales

H_1 : Existe correlación entre los residuales

Box-Ljung test

P-value = 0.047

Con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, el test muestra que no hay evidencia estadísticamente significativa para rechazar H_0 , por lo tanto no hay correlación entre los residuales en el modelo de corto plazo.

- **Test de Normalidad**

Se determina si los residuales del modelo cumplen el supuesto de normalidad. Para esto se utiliza el test de Jarque Bera que evalúa la siguiente hipótesis:

H_0 : Los residuales siguen una distribución normal

H_1 : Los residuales no siguen una distribución normal

Jarque Bera Test

P-value < 2.2e-16

Con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, el test muestra que si hay evidencia estadísticamente significativa para rechazar H_0 , por lo tanto los residuales no se distribuyen normalmente

Extensión del Modelo de Corto plazo

Para mejorar las pruebas sobre los residuales del modelo de corrección de errores se evalúa un modelo del tipo ARIMAX sobre la relación de corto plazo, eligiendo el que mejor ajuste tenga. Para determinar el posible modelo ARIMAX se procede analizar las gráficas de las autocorrelaciones (ACF) y autocorrelaciones parciales (PACF), observando los rezagos más significativos distintos de cero para ser incluidos dentro del modelo.

Cabe resaltar que antes de escoger el modelo que mejor se ajustó se evaluaron algunos modelos del tipo ARIMAX, entre los cuales estaban ARIMAX (1, 0, 1), ARIMAX (12, 0, 1) y ARIMAX (2, 0, 1).

Una vez estimado el modelo ARIMAX (4, 0, 1) se realiza el test de correlación y la prueba de normalidad sobre los residuales, los resultados se muestran a continuación:

Box-Ljung test

P-value = 0.709

Jarque Bera Test

P-value < 2.2e-16

Los resultados de los test, nos indican que los residuales están distribuidos normalmente y que son ruido blanco, por lo que el modelo es el que mejor se ajusta a la serie Primas Emitidas. De igual manera, podemos evaluar la correlación de los residuales mediante los gráficos ACF y PACF, se observa un buen ajuste aunque no sea constante en toda la serie, sin embargo se considera que este es modelo mas aceptable:

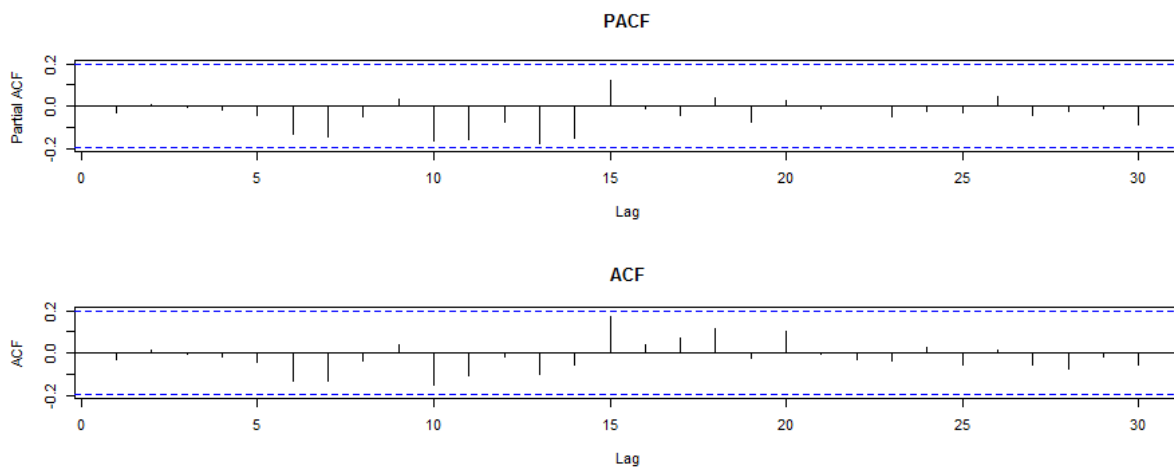


ILUSTRACIÓN 6. Análisis de residuales ACF y PACF con la metodología Arimax

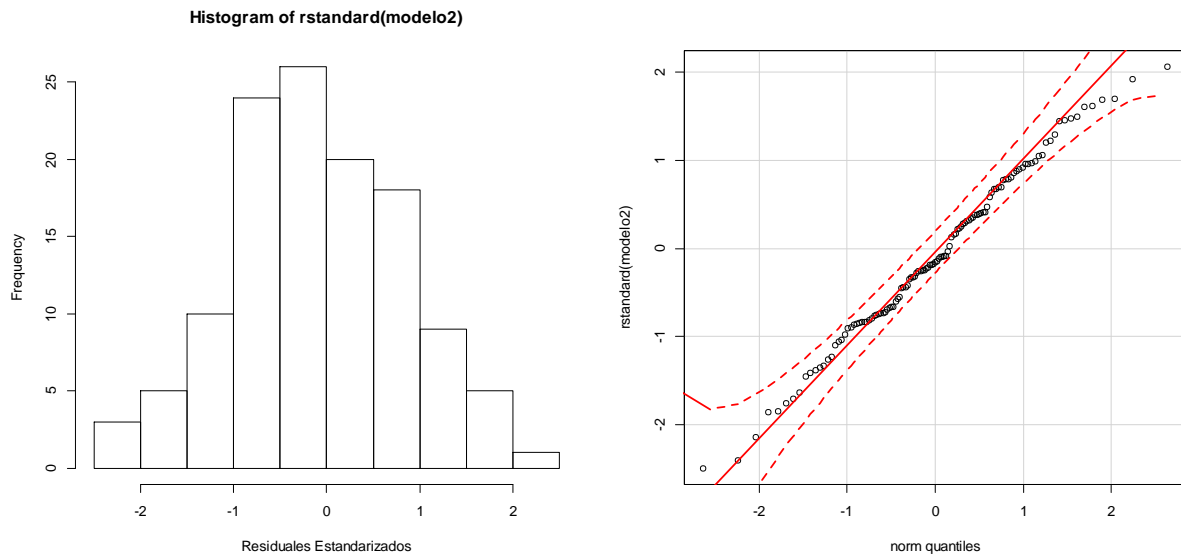


ILUSTRACIÓN 7. Grafica de distribución de los residuales modelo con la metodología Arimax

El resultado de normalidad es satisfactorio gráficamente se puede observar que existe una distribución normal, se evidencia que no hay problemas en las colas, todo se encuentra dentro de las bandas lo cual se corrobora con el test de Jarque- bera, obteniendo un p-valor $2.2e-16$

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Por medio del método de cointegración propuesto por Engle y Granger se comprueba que si existe una relación a largo plazo entre las primas emitidas y los siniestros liquidados del ramo de automóviles.
- Se observa que la variable regresora siniestros liquidados logra explicar el comportamiento a corto plazo de la variable primas emitidas ya que existe una cointegración entre ambas.
- Si los siniestros siguen incrementando se deberá tomar acciones en aumento de primas para poder cubrir la demanda y le quede utilidad al ramo de automóviles
- Como recomendación se propone integrar otras variables como salvamentos liquidados, reservas y primas aceptadas en coaseguro con el fin de realizar un pronóstico para los rendimientos futuros de las primas emitidas para la gerencia de automóviles.
- El modelo ARIMAX (4, 0, 1), fue el que mejor se ajustó a la serie al estudio de la serie temporal de primas emitidas del ramo de automóviles en el periodo Enero de 2009 a Mayo de 2017. Cabe resaltar que no es el único para estudiar esta serie y se espera seguir ajustando más modelos que disminuyan los rezagos obtenidos.

7. LISTA DE REFERENCIAS

- Cerda, H. (2001). Como Elaborar Proyectos. 4 ed. Bogotá: Ed. Magisterio.
- Bravo, J. (2011). Una Mirada Histórica sobre los Seguros y sus inicios en Colombia.
- Dimitrius, A. (2002). Notas sobre Análisis de Series de Tiempo: Estacionariedad, Integración y Cointegración.
- Gujarati, D. (2009). Basic Econometrics. McGraw-Hill.
- Mauricio, J. (2007). Introducción al Análisis de Series Temporales. Universidad de Madrid.
- Pérez, C. (2006). Econometría de las series temporales. Ed. Pearson Prentice.
- Ríos, G. (2008). Series de Tiempo. Universidad de Chile, Facultad de ciencias Físicas y Matemáticas.
- Rodríguez, A. (2009). Los Seguros, a través de la historia. Fasecolda.
- Rodríguez, H. (2013). El seguro de Automóviles en un contexto económico. Fasecolda
- Valdés, C. (2013). La industria aseguradora en Colombia. Avances en el siglo XXI. Fasecolda
- Vanegas, V. (2011). Seguro de Automóviles, Evolución y comportamiento del ramo de automóviles. Fasecolda
- <http://www.dinero.com/>
- <http://www.eltiempo.com/>
- <http://www.portafolio.co/>